

⑤Int. Cl.²
H 01 L 21/92識別記号 ⑥日本分類
99(5) C 1庁内整理番号 ③公開 昭和54年(1979)10月5日
6741-5F発明の数 1
審査請求 未請求

(全 5 頁)

④フリップチップ素子

刈谷市昭和町1丁目1番地 日
本電装株式会社内

①特 願 昭53-36469

⑦出 願 人 日本電装株式会社

②出 願 昭53(1978)3月29日

刈谷市昭和町老丁目老番地

⑧発 明 者 川本和則

BEST AVAILABLE COPY

明 細 書

1 発明の名称

フリップチップ素子

2 特許請求の範囲

一主面より所定の領域に拡散された不純物質を有する半導体基体と、この半導体基体の前記一主面に形成され所定の箇所に第1の開口部を有する絶縁層と、この第1の開口部を通して前記半導体基体が所定の電気接続を持つように選択的に形成された金属配線層と、この金属配線層上に形成され所定の箇所に第2の開口部を有する耐熱性絶縁層と、少なくともこの第2の開口部を被う一層以上から成る中間金属層と、この中間金属層上に形成され、半田と接着力を持つ金属バンプ層とを備えることを特徴とするフリップチップ素子。

3 発明の詳細な説明

本発明は、ハイブリッドIC等のフェイスダウンボンディング用フリップチップ素子の半田付用金属バンプの構造を改良し、半留りや耐久性の向上を掲げようとするものである。

従来周知のフリップチップ素子の構成は、金属層により素子内部の配線を行つたプレーナ型素子の上に、絶縁層を形成し、前記金属配線層上にある前記絶縁層の一部を選択的に除去して開口部を設け、その開口部上に外部取出し電極となる半田付可能な金属バンプを蒸着、メッキ法等により形成していた。またバンプ下の前記絶縁層としては、CVD法又はスパッタ法等により生成されたSiO₂膜が多用され、また金属バンプとしては、単一金属で構成されることはむしろ稀で、金属バンプの最下層として、蒸着、またはスパッタ法で形成した中間金属層を設け、前記金属バンプと前記絶縁層との機械的な接着力を増したり、前記金属バンプと前記配線用金属層との間で熱処理工程の際生じる金属間の反応を防止したりしている。またバンプ上層は、例えば銅のように半田付可能な金属層をメッキで構成することが多い。このようにしてバンプを形成された半導体素子は金属層間または絶縁層、金属層間の接着力を増すために、または層間に生じている局部的な内部応力を緩和

する為にアニールと呼ばれる熱処理を行う。他方、耐熱性絶縁樹脂層を用いてチップ表面を保護したボンディングパッドを有する半導体素子の構成法も従来周知の技術である。

このようなフリップチップ用パンプの構成方法では、アニール工程の温度を一定以上にしなければ層間の接着力を十分強くしたり、層間の局部歪みを吸収することが十分でないことが判つている。ところが層間の接着力が強い金属をパンプ最下層として用いた場合は、アニール工程の高温下で数十μmに及ぶ厚い金属パンプとパンプ下の絶縁層の熱膨張係数との違いにより強い応力が層間に生じ、しばしばパンプ下の絶縁層やSi表面にクラックを生じた。このクラックは、後に半田ダイップする際フラフタスが入り込んだり、耐熱性試験で水分が入り込んで素子特性の劣化を引き起こした。

クラックの発生は絶縁層の構成方法によつて異なるが、従来周知の方法ではCVD SiO₂やスパッタSiO₂が多用されている。CVD SiO₂を用いる場合は工程は容易であるが、クラックに

対して弱く、パンプ下部金属を蒸着するときの基板加熱温度とかアニール工程での温度を十分なだけ高くできなかった。またスパッタSiO₂を用いる場合は、耐クラック性はCVD SiO₂と比べると改良されるが、スパッタ工程では加速された粒子がウエハーを穴たぐりによく知られているスパッタダメージを生じる。このダメージはバイポーラ素子の特に微小電流域でのhfeを低下したりMOS素子の閾値電圧を変化する。このダメージを²⁹修正回復するにはアニール温度を高くする必要があり、結局、パンプ下の絶縁層や、Si表面にクラックを生じた。またある場合はクラックを生じるまでに至らなくても応力による局部歪みの、素子の内部配線用金属とパンプ下部の金属間との合金の生成が局部的に大きくなり、望ましくない大きな電気抵抗をもつ合金層を形成したりした。

他方、耐熱性絶縁樹脂層を用いて表面を保護したボンディングパッドを有する半導体素子の従来周知の構成においては、パッド部上の樹脂層をエッチング除去することが必須であり、結果この電

域は外部に露出した構造となる為耐熱性テストでボンディングパッド部が腐蝕破壊するという致命的欠陥を有している。

²⁹本発明は上述の点に鑑みてなされたものであり、パンプ下の絶縁層として樹脂を用いることによつて、金属パンプ-絶縁層間で生じる応力を樹脂の可塑性を利用して吸収しようとするものである。その結果、従来ではフリップチップ素子を熱処理した場合に、熱膨張率の差に起因して生じていた層間の応力を減少でき、チップ表面に発生するクラックを防止したり、応力の為生じる局部歪によつて発生した異種金属間の合金の生成を防止したりできる。

ところで、このような用途に利用できる樹脂としては、少なくとも金属パンプを構成するに足る金属と組み合わせるとき耐熱性（通常400°C以上）があり、金属との密着性も強く（通常100μm/μ以上）、半導体素子の表面保護としても良くなければならない。また、このような構成とすることにより、耐熱性樹脂の開口部は金属パンプ

の厚い層で覆われる。開口部付近の配線用金属層は外層と遮断され、外層気によつて腐蝕されることもなくなるわけである。

以下本発明を図に示す実施例により具体的に説明する。まず本発明を実施したフリップチップ素子のパンプ部の断面を第1図に示す。半導体基板としては、多数層P⁺又はn⁺層12をもつシリコン基板11表面を、絶縁層であるシリコン酸化膜(SiO₂)13が第1の開口部であるコンタクト部13a以外を覆っており、その上に金属配線層としてアルミ配線14がある。この上にポリイミド誘電層の一層であるPIQ層15があり、その上に中間金属層としてクロム層16、及び銅層17があり、さらにその上に銅パンプ層18がある。この構成において本実施例ではアルミ配線14の厚さは1.5μm、PIQ樹脂層15の厚さは3μm、クロム層16の厚さは0.3μm、銅層17の厚さは0.5μm、銅パンプ層18の厚さは40μmとした。

次に、このようなフリップチップ素子の構成方

法を第2図によつて説明する。第2図(A)に示す如く、拡散層12、シリコン酸化膜13、アルミ配線14からなる半導体基体は従来の周知の方法で容易に構成でき特に説明しない。この基体の上に第2図(B)に示す如く、液状のPIQ樹脂をスピナーによつて塗布し、ウェハを350°Cでもつて20分加熱してPIQ樹脂を硬化させ、約3μの厚さのPIQ層15を形成する。その上にホトレジストOMBを用いて露光現像し、PIQ層15をヒドラジンを含むエッチング液を用いてパンプ形成箇所15のみを選択的にエッチング除去した後、ホトレジスト膜を除去液(J100)を用いて除去する。そしてこのウェハ表面に同一真空下で連続してクロム、銅を蒸着し各々0.3μ、0.5μの厚さの層16、17を作る。

次に、第2図(C)に示す如く、パンプ形成領域以外をホトレジスト(OMB)の2μの層19で覆い銅メッキする。この銅メッキによるパンプ層18は40μとした。そして除去液でホトレジスト19を除去し、まず銅エッチング液でウェハー

を浸し、ウェハー全面の銅を0.5μエッチング除去する。エッチングはクロム層16で止まり、パンプ層18下部以外の銅層17は除去される。次に第2図(D)に示す如く、ウェハーをクロムエッチング液に浸し、パンプ層18下部以外のクロム層16をエッチング除去する。エッチングはPIQ層15で止る。このようにして作成されたパンプを有するウェハーはパンプ部の付着強度を上げ、電気抵抗を下げる為にフォーミングガス(N:ガス:H:ガス=10:1)中で、410°Cで30分熱処理する。この工程の後ウェハーをフラフラスに浸し、半田ダイアップして銅パンプに半田を付け、チップにカプトした後ハイブリッド用チップとして利用される。

次に、パンプの構成方法の評価としては、①パンプの接合強度があること、②熱処理工程(アニール工程)において応力が少なく、残存歪も緩和され、結果としてパンプ下にかかる熱応力のクラック、又はシリコン割れ、又は歪による金属間の局部的な合金化の増進がないこと、③PIQ層15

がアニール工程の熱により分解又は劣化しないこと、④素全体として耐久性がよいこと、等が考えられる。

まず①の接合強度は、PIQ層15と酸化シリコン層13が500kg/cm²、PIQ層15とクロム層16が600kg/cm²以上、PIQ層15とアルミ配線層14が550kg/cm²、クロム層16とアルミ配線層14、及びクロム層16と銅層17が各々600kg/cm²以上あることが確認されている。これは電極接合に用いる鉛半田の引張り強度400~600kg/cm²にほぼ匹敵し、実用上十分な強度を有するといえる。次に、②の熱的な応力に関しては、樹脂は温度が高くなれば一般に軟化して靱性が増し、応力の緩和作用が働き、PIQ層15-金属層間の応力を吸収するのみでなく、金属層間、金属層-酸化シリコン層間等の変形、伸縮がPIQ層に向つて回り易くこの部分の応力も緩和する。結果として、従来用いていたCVD又はスパッタによるSiO₂では避けられなかつた応力又は歪みによるクラック等が皆無となつた。

また③PIQの耐熱性はそれ自身では450~500°Cあることが知られている。しかし、ある種の金属と接合した状態では融解作用が生じ耐熱性が劣化することがある。この融解作用はギブスのエネルギーが100Kcal/Mol以下の金属に対して現れ、本実施例のアルミニウム、クロムは各々380Kcal、260Kcal/Molであり、耐熱性の劣化は起らない。従つて、本実施例のように410°Cの熱処理にける耐熱性は十分ある。

次に、④素子の耐久性、耐湿性に關しては、よく知られているようにPIQは極めて優れたパッシベーション効果があり、素子特性の変動防止や、内部配線用アルミニウムの腐蝕防止作用は、CVD SiO₂、スパッタSiO₂よりよい。さらに、PIQの優れたパッシベーション効果に加えて、従来のボンディング方式による電極取り出しを行う半導体素子においては、ボンディングパッド部のPIQを除去する為に、耐湿試験においてこの箇所が腐蝕断線する致命的欠陥があるが、本実施例のよう

にパンプによつて電極取り出しを行つと、電極部付近においてもパンプ下の中間金属層がPIQと接合され、さらにパンプは40μの厚さを有する為、電極の腐蝕断線も起りにくい。即ち、本発明になるフリップチップ素子は素子表面がPIQ又はパンプにより完全に外部と遮断され、非常に良い耐久性、耐湿性をもつ。

次に、第3図は本発明の他の実施例である。内部配線アルミニウム14は810:絶縁層13の上に延着され、又パンプ層18の下には他の絶縁層アルミ配線20、21が配置されている。このような構成はパンプ層18下部の絶縁層15のクラックが無くなつたことによつて可能になつたもので、パンプ層18下部の領域が内部配線用に有効に利用でき、チップの面積を縮小できる。この実施例におけるパンプ層18の水平断面積は約0.05μである。この構造はPIQ樹脂を用いて2層配線としたパッドにワイヤボンディングする場合と比べると、ワイヤを接合する為の機械的な屈曲振動や、圧着力を印加する必要がない。従つて、

パッド下のPIQ層15の電性変形は微小であり、パッド部と下部配線間のショートやパッド下部配線の変形が起らない。

以上述べたように本発明は、フリップチップ素子訂正子のパンプ部を構成する場合に、チップ内部配線金属層の上に耐熱性のある絶縁樹脂層を用い、その上に一遍以上から成る中間金属層を設け、さらにその上に半田付可能な金属パンプを形成することを特徴としている。さらに、チップ内部配線金属層、耐熱絶縁樹脂層、及び中間金属層は互いに接着力が強く、かつ絶縁樹脂の耐熱性を劣化する破壊作用がないような材料の組合せとなつてゐることを特徴とする。

前記のような構成とすることにより、パンプを形成した後の熱処理工程において、熱膨張率の違いによつて生じる内部応力を樹脂層に吸収緩和でき、結果として絶縁層やシリコン表面に生じるクラックの発生や、異常な金属間の増殖拡散の発生を防止できる。またチップ表面はバフレーション効果の優れた絶縁樹脂層が覆い、かつ電極部付

近においても前記した電極下部の中間金属層が樹脂と密着して形成されており、チップ表面は電極取り出し部に設つて外部と遮断され、優れた耐環境性を有する。

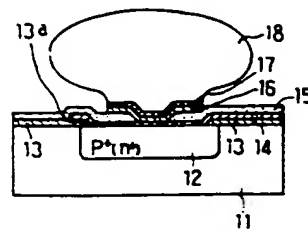
4 図面の簡単な説明

第1図は本発明フリップチップ素子の一実施例を示す断面図、第2図(A)、(B)、(C)、(D)は本発明素子の製造工程の一例を示す工程図、第3図は本発明素子の他の実施例を示す断面図である。

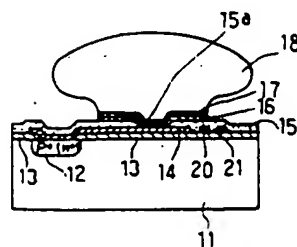
11…半導体基体をなすシリコン基板、12…不純物層をなす拡散層、13…シリコン酸化膜、14…金属配線層をなすアルミ配線、15…耐熱性絶縁樹脂層をなすPIQ樹脂層、16、17…中間金属層をなすクロム層、銅層、18…金属パンプ層をなす銅パンプ層。

特許出願人 5字
日本電技株式会社
代表者 平野 安 6字

第 1 図



第 3 図



■ 2 図

